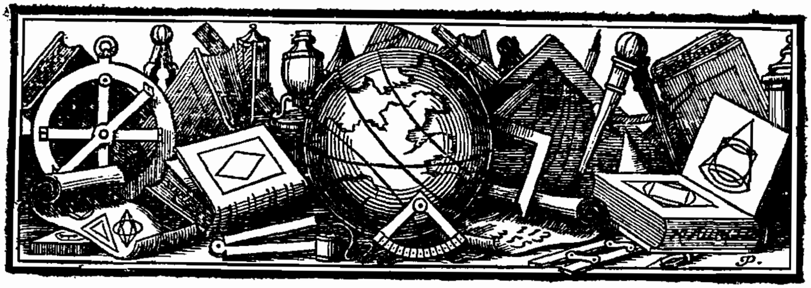


# EXPOSITION ABREGÉE DU SYSTÊME DU MONDE,

## *ET EXPLICATION DES PRINCIPAUX Phénomenes astronomiques tirée des Principes de M. Newton.*

## *INTRODUCTION.*

I.

LES Philosophes ont commencé par avoir sur l'Astronomie, comme sur le reste, les mêmes idées que le peuple, mais ils les ont rectifiées ; ainsi on a commencé par croire que la terre étoit platte, & qu'elle étoit le centre autour duquel tournoient tous les corps célestes.

Premieres idées des Philosophes sur l'Astronomie.

II.

Les *Babyloniens*, & ensuite *Pithagore* & ses Disciples, ayant

Découvertes de

*Babyloniens* & de *Pithagore.*

examiné ces idées des ſens, reconnurent que la terre eſt ronde, & regarderent le Soleil comme le centre de l'univers (*a*).

III.

On doit être ſurpris que le véritable ſyſtême du monde ayant été découvert, l'hypothèſe dans laquelle on ſuppoſe que la terre eſt le centre des mouvemens céleſtes ait prévalu; car bien que cette hypothèſe s'accorde avec les apparences, & qu'elle ſemble d'abord d'une extrême ſimplicité, il s'en faut beaucoup qu'il ſoit aiſé d'y rendre compte des mouvemens céleſtes: auſſi *Ptolomée*, & ceux qui depuis lui ont voulu ſoutenir cette opinion du repos de la terre, ont-ils été obligés d'embarraſſer les cieux de differens Epycicles, & d'une quantité innombrable de cercles très-difficiles a concevoir & à employer, car il n'y a rien de ſi difficile que de mettre l'erreur à la place de la vérité.

Efforts qu'on a faits pour ſoutenir le repos de la terre.

Syſtême de *Ptolomée.*

Il y a grande apparence que l'autorité d'*Ariſtote* qui étoit preſque la ſeule régle de vérité du tems de *Ptolomée*, eſt ce qui a entraîné ce grand Aſtronome dans l'erreur; mais comment *Ariſtote* n'a-t'il pas lui même ſuivi le véritable ſyſtême qu'il connoiſſoit puiſqu'il l'a combattu? cette réflexion n'eſt pas à l'honneur de l'eſprit humain; quoi qu'il en ſoit juſqu'à *Copernic* on a cru la terre en repos & le centre des mouvemens céleſtes.

IV.

*Copernic* a renouvellé l'ancien ſyſtême de Pithagore ſur le mouvement de la terre.

Ce grand homme renouvella l'ancien ſyſtême des *Babyloniens* & de *Pithagore*, & l'appuya de tant de raiſons & de découvertes, que l'erreur ne put plus prévaloir; ainſi le Soleil fut remis par *Copernic* dans le centre du monde, ou, pour m'expliquer plus exactement, dans le centre de notre ſyſtême planétaire.

(*a*) M. *Newton* dans le Livre *De Syſtemate mundi*, attribue auſſi cette opinion à *Numa Pompilius*, & il dit (pag. 1.) que c'étoit pour repréſenter le Soleil dans le centre des orbes céleſtes, que *Numa* avoit fait bâtir un Temple rond en l'honneur de *Veſta*, Déeſſe du Feu, dans le milieu duquel on conſervoit un feu perpétuel.

## V.

Quoique les Phénomenes céleſtes s'expliquent avec une extrême facilité dans le ſyſtême de *Copernic*, quoique les obſervations & le raiſonnement lui ſoient également favorables, il s'eſt trouvé de ſon tems un Aſtronome très-habile, qui a voulu ſe refuſer à l'évidence de ſes découvertes : *Ticho*, trompé par une expérience mal faite (*b*), & peut-être encore plus par l'envie de faire un ſyſtême, en compoſa un qui tient le milieu entre celui de *Ptolomée* & celui de *Copernic* ; il ſuppoſa la terre en repos, & que les autres planetes qui tournent autour du Soleil tournoient avec lui autour de la terre en vingt-quatre heures, ce qui laiſſe ſubſiſter une des plus grandes difficultés du ſyſtême de *Ptolomée*, celle que l'on tire de l'exceſſive rapidité du mouvement du premier mobile, & prouve ſeulement combien il eſt dangereux d'abuſer de ſes lumiéres.

Syſtême de *Ticho-Brahé.*

Si *Tycho* s'eſt égaré dans la maniére dont il faiſoit mouvoir les corps céleſtes, il a rendu de grands ſervices à l'Aſtronomie par l'exactitude & la longue ſuite de ſes obſervations. Il a déterminé l'oppoſition d'un très-grand nombre d'étoiles avec une exactitude inconnue avant lui ; il a découvert la réfraction de l'air qui a tant de part aux Phénomenes aſtronomiques ; il a prouvé le premier par la parallaxe des cométes qu'elles remontent beaucoup au-deſſus de la Lune ; c'eſt lui qui a découvert ce qu'on appelle *la variation de la Lune* ; & c'eſt enfin de ſes obſervations ſur le cours des planetes, que *Kepler*, avec qui il vint paſſer les dernieres années de ſa vie près de *Prague*, a tiré ſon admirable théorie des mouvemens des corps céleſtes.

Services que *Ticho* a rendus à l'Aſtronomie.

(*b*) On objectoit à *Copernic* que le mouvement de la terre devoit produire des effets qui n'avoient pas lieu ; que par éxemple, ſi la terre ſe meut, une pierre jettée du haut d'une tour ne devoit pas retomber au pied de cette tour, parce que la terre a marché pendant le tems que la pierre a mis à tomber, & que cependant elle retombe au pied de la tour. *Copernic* répondoit que la terre eſt dans le même cas, par rapport aux corps qui tombent à ſa ſurface, qu'un vaiſſeau qui marche par rapport aux choſes qu'on y feroit tomber, & il aſſuroit qu'une pierre jettée du haut du mât d'un vaiſſeau qui marche, retomberoit au pied de ce mât. Cette expérience qui eſt hors de doute à préſent, fut mal faite alors, & fut la cauſe ou le prétexte qui empêcha *Ticho* de ſe rendre aux découvertes de *Copernic*.

## V I.

Combien il restoit encore de choses à découvrir après *Copernic.*

*Copernic* avoit rendu sans doute un grand service à l'Astronomie & à la raison, en rétablissant le véritable Système du monde, & c'étoit déja beaucoup que la vanité humaine se fût résolue à mettre la terre au nombre des simples planetes ; mais il restoit bien des choses à découvrir : on ne connoissoit encore ni la courbe que les planetes décrivent en tournant dans leur orbite, ni les loix qui dirigent leur cours, & c'est à *Kepler* à qui l'on doit ces importantes découvertes.

Découvertes de *Kepler.*
L'ellipticité des orbites.
La proportionalité des aires & des tems.

Ce grand Astronome trouva que les Astronomes qui l'avoient précédé s'étoient trompés en supposant que les orbes des planetes étoient circulaires, & il découvrit, en faisant usage des observations de *Ticho*, que les planetes se meuvent dans des ellipses dont le Soleil occupe un des foyers, & qu'elles parcourent les différentes parties de leur orbite avec des vitesses différentes ; ensorte que l'aire décrite par une planete, c'est-à-dire, l'espace renfermé entre les lignes tirées du Soleil à deux lieux quelconques de la planete, est toujours proportionnelle au tems.

La relation qui est entre les tems périodiques & les distances.

Quelques années après, en comparant le tems des révolutions des différentes planetes autour du Soleil avec leur différent éloignement de cet astre, il trouva que les planetes qui sont placées plus loin du Soleil se meuvent plus lentement dans leur orbe ; & en cherchant si cette proportion est celle de leur distance, il trouva enfin en 1618. après plusieurs tentatives, que les tems de leurs révolutions sont comme la racine quarrée du cube de leurs moyennes distances au Soleil.

## V I I.

*Kepler* a non-seulement trouvé ces deux loix qui ont retenu son nom & qui dirigent toutes les planetes dans leur cours, & la courbe qu'elles décrivent, mais il avoit entrevu la force qui la leur fait décrire ; on trouve les semences du pouvoir attractif dans la Préface

de ſon Commentaire ſur la planete de Mars, & il va même juſqu'à dire que le flux eſt l'effet de la gravité de l'eau vers la Lune; mais il n'a pas tiré de ce principe ce qu'on auroit dû croire qu'un auſſi grand homme que lui en auroit tiré, car il donne enſuite dans ſon Epitome d'Aſtronomie (*c*) une raiſon phyſique du mouvement des planetes tirée de principes tous différens; & dans ce même Livre de la planete de Mars, il ſuppoſe dans les planetes un côté ami & un côté ennemi; & à l'occaſion de leurs aphélies & de leurs périhélies, il dit, que le Soleil attire l'un de ces côtés, & qu'il repouſſe l'autre.

## VIII.

On trouve l'attraction des corps céleſtes bien plus clairement encore dans un Livre de *Hook* ſur le mouvement de la terre, imprimé en 1674. c'eſt-à-dire, douze ans avant les principes. *Voici la traduction de ſes paroles*, pag. 27. » Alors j'expliquerai » un ſyſtême du monde qui différe à pluſieurs égards de tous les au- » tres, & qui répond en tout aux régles ordinaires de la mécha- » nique, il eſt fondé ſur ces trois ſuppoſitions.

» 1°. Que tous les corps céleſtes, ſans en excepter aucun, ont » une attraction ou gravitation vers leur propre centre, par la- » quelle, non-ſeulement ils attirent leurs propres parties & les em- » pêchent de s'écarter, comme nous le voyons de la terre, mais » encore ils attirent tous les autres corps céleſtes qui ſont dans la » ſphére de leur activité; que parconſéquent, non-ſeulement le » Soleil & la Lune ont une influence ſur le corps & le mouvement » de la terre, & la terre une influence ſur le Soleil & la Lune, » mais auſſi que Mercure, Venus, Mars, Jupiter & Saturne ont » par leur force attractive une influence conſidérable ſur le mou- » vement de la terre, comme auſſi l'attraction réciproque de la » terre a une influence conſidérable ſur le mouvement de ces » planetes.

Anecdote ſinguliere ſur l'attraction.

(*c*) V. Greg. Liv. 1. Prop. 69.

» 2°. Que tous les corps qui ont reçu un mouvement ſimple & » direct continuent à ſe mouvoir en ligne droite, juſqu'à ce que par » quelqu'autre force effective ils en ſoient détournés & forcés à » décrire un cercle, une ellipſe ou quelqu'autre courbe plus com- » poſée.

» 3°. Que les forces attractives ſont d'autant plus puiſſantes dans » leurs opérations, que le corps ſur lequel elles agiſſent eſt plus » près de leur centre.

» Pour ce qui eſt de la proportion ſuivant laquelle ces forces dimi- » nuent à meſure que la diſtance augmente, j'avoue que je ne l'ai » pas encore vérifiée par des expériences, mais c'eſt une idée, qui » étant ſuivie comme elle mérite de l'être, ſera très-utile aux Aſtro- » nomes pour réduire tous les mouvemens céleſtes à une régle » certaine, & je doute qu'on puiſſe jamais la trouver ſans cela. » Celui qui entend la nature du pendule circulaire & du mouve- » ment circulaire, comprendra aiſément le fondement de ce prin- » cipe, & ſçaura trouver les directions dans la nature pour l'éta- » blir exactement : je donne ici cette ouverture à ceux qui ont le » loiſir & la capacité de cette recherche, &c. »

## I X.

Il ne faut pas croire que cette idée jettée au hazard dans le Livre de *Hook* diminue la gloire de M. *Newton*, qui a même eu l'attention d'en faire mention dans ſon Livre *De Siſtemate mundi.* (*d*) L'exemple de *Hook* & celui de *Kepler* ſervent à faire voir quelle diſtance il y a entre une vérité entrevue & une vérité démontrée, & combien les plus grandes lumiéres de l'eſprit ſervent peu dans les ſciences, quand elles ceſſent d'être guidées par la Géométrie.

## X.

*Kepler* qui a fait de ſi belles & de ſi importantes découvertes tant qu'il a ſuivi ce guide, fournit une des preuves les plus frap-

(*d*) Pag. 3. Edition de 1731.

pantes des égaremens où peuvent tomber les meilleurs esprits quand ils l'abandonnent pour se livrer au plaisir d'inventer des systêmes. Qui croiroit, par exemple, que ce grand homme eût pû donner dans les rêveries des Pithagoriciens sur les nombres? cependant, il croyoit que les distances des planetes principales & leur nombre étoient relatifs aux cinq corps solides réguliers de la Géométrie (*e*), & qu'on pouvoit les inscrire entr'elles; ensuite, ses observations lui ayant fait voir que les distances des planetes ne s'accordoient pas avec cette supposition, il imagina que les mouvemens célestes s'exécutoient dans des proportions qui répondoient à celles selon lesquelles on divise une corde, afin qu'elle donne les tons qui composent l'octave (*f*).

Etranges idées de *Kepler*.

*Kepler* ayant envoyé à *Ticho* une copie de l'ouvrage dans lequel il tachoit d'établir ces chiméres, *Ticho* lui répondit, qu'il (*g*) lui conseilloit de laisser là les spéculations tirées des premiers principes, & de s'appliquer plutôt à établir ses raisonnemens sur le fondement solide des observations.

Conseil très-sage de *Ticho* à *Kepler*.

Le grand *Hughens* lui-même (*h*) croyoit que le quatriéme satellite de Saturne qui porte son nom, faisant avec notre Lune & les quatre de Jupiter le nombre de six planetes secondaires, le nombre des planetes étoit complet, & qu'il étoit inutile de chercher à en découvrir de nouvelles, parce que les planetes principales sont aussi au nombre de six, & que le nombre de six est appellé *parfait*, parce qu'il est égal à la somme de ses parties aliquottes, 1, 2 & 3.

Idée bizarre de *Hughens*.

## XI.

C'est en ne s'écartant jamais de la Géométrie la plus profonde, que M. *Newton* a trouvé la proportion dans laquelle agit la gravité, & que le principe soupçonné par *Kepler* & par *Hook*, est devenu

(*e*) *Mysterium Cosmographicum.*

(*f*) *Mysterium Cosmographicum.*

(*g*) *Uti suspensis speculationibus à priori descendentibus animam potius ad observationes quas simul afferebat considerandas adjicerem.* (c'est *Kepler* qui parle) *Notæ in secundam editionem mysterii Cosmographici.*

(*h*) Dédicace de son systême de Saturne.

dans ses mains une source si féconde de vérités admirables & inespérées.

Une des choses qui avoit empêché *Kepler* de tirer du principe de l'attraction toutes les vérités qui en sont une suite, c'est l'ignorance où l'on étoit de son tems des véritables loix du mouvement. M. *Newton* a eu sur *Kepler* l'avantage de profiter des loix du mouvement établies par *Hughens*, & qu'il a poussé beaucoup plus loin que lui.

Avantage de *Newton* sur *Kepler*, de son tems les véritables loix du mouvement étoient mieux connues.

## XII.

Analyse du Livre des Principes.

Le Livre des Principes Mathématiques de la Philosophie naturelle dont on vient de voir la traduction, contient trois Livres outre les Définitions, les Loix du mouvement & leurs Corollaires; le premier Livre est composé de quatorze Sections, le second en contient neuf, & le troisiéme contient l'application des Propositions des deux premiers au Systême du monde.

## XIII.

Définitions.

Le Livre des Principes commence par huit Définitions; M. *Newton* fait voir dans les deux premieres comment on doit mesurer *la quantité de la matiere, & la quantité du mouvement*; il définit dans la troisiéme *la force d'inertie* ou force résistante dont toute matiere est douée; il fait voir dans la quatriéme ce qu'on doit entendre par *force active*; il définit dans la cinquiéme *la force centripéte*; & il donne dans les sixiéme, septiéme & huitiéme, la maniere de mesurer *sa quantité absolue*, *sa quantité motrice*, & *sa quantité accélératrice*. Ensuite il établit les trois Loix de mouvement suivantes.

## XIV.

Loix du mouvement.

1°. Que tout corps persévere de lui-même dans son état de repos ou de mouvement uniforme en ligne droite.

2°. Que le changement qui arrive dans le mouvement est toujours proportionnel à la force motrice, & se fait dans la direction de cette force.

3°. Que

3°. Que l'action & la réaction sont toujours égales & contraires.

## X V.

Après avoir expliqué ces loix & en avoir tiré plusieurs Corollaires, M. *Newton* commence son premier Livre par onze Lemmes qui en font la premiere Section ; il expose dans ces onze Lemmes sa méthode *des premieres & dernieres raisons :* Cette méthode est le fondement de la Géométrie de l'infini, & avec son secours on donne à cette Géométrie toute la certitude de l'ancienne.

Premier Livre.

La premiere Section contient les principes de la Géométrie de l'infini.

Les treize autres Sections du premier Livre des Principes, sont employées à démontrer des Propositions générales sur le mouvement des corps, sans avoir égard, ni à l'espéce de ces corps, ni au milieu dans lequel ils se meuvent.

Et les treize autres des propositions générales sur le mouvement des corps.

C'est dans ce premier Livre que M. *Newton* donne toute sa théorie de la gravitation des astres, mais il ne s'y est pas borné à examiner les questions qui y sont applicables ; il a rendu ses solutions générales, & il a donné un grand nombre d'applications de ces solutions.

## X V I.

Dans le second Livre M. *Newton* considére le mouvement des différens corps dans des milieux résistans.

Deuxiéme Livre.

Ce second Livre, qui contient une théorie très-profonde des fluides & des mouvemens des corps qui y sont plongés, paroît avoir été destiné à détruire le systême des tourbillons, quoique ce ne soit que dans le scholie de la derniere Proposition, que M. *Newton* combat ouvertement *Descartes*, & qu'il fait voir que les mouvemens célestes ne peuvent s'exécuter par ses tourbillons.

Il traite du mouvement des corps dans des milieux résistans.

M. *Newton* a composé ce Livre pour détruire les tourbillons de *Descartes*.

## X V I I.

Enfin le troisiéme Livre des Principes traite du Systême du monde ; M. *Newton* applique dans ce Livre les Propositions du premier à l'explication des Phénomenes célestes : c'est dans cette application

Troisiéme Livre.

Il traite du Systême du monde.

que je vais tâcher de ſuivre M. *Newton*, & de faire voir l'enchaînement de ſes Principes, & avec quelle facilité ils expliquent les Phénomenes aſtronomiques.

XVIII.

Ce qu'on entend dans ce Traité par le mot d'*attraction*.

Au reſte, je déclare ici, comme M. *Newton* a fait lui-même, qu'en me ſervant du mot d'*attraction*, je n'entends que la force qui fait tendre les corps vers un centre, ſans prétendre aſſigner la cauſe de cette tendance.

# CHAPITRE PREMIER.

## *Principaux Phénomenes du Syſtême du Monde.*

I.

Il ne ſera pas inutile avant de rendre compte de la maniere dont la théorie de M. *Newton* explique les Phénomenes céleſtes, de donner une idée abrégée de notre ſyſtême planétaire.

Il entrera néceſſairement dans cette expoſition des vérités découvertes par M. *Newton*, mais on remettra aux Chapitres ſuivans à faire voir comment il eſt parvenu à les découvrir ; celui-ci ne contiendra que l'expoſition des Phénomenes mêmes.

II.

Premiere diviſion des corps céleſtes de notre ſyſtême planétaire en *planetes principales* & en *planetes ſecondaires*.

Les corps céleſtes qui compoſent notre ſyſtême planétaire, ſe diviſent en *planetes principales*, c'eſt-à-dire, qui ont le Soleil pour centre de leur mouvement, & en *planetes ſecondaires*, qu'on appelle *ſatellites* : ces dernieres planetes tournent autour de la planete principale qui leur ſert de centre.

Il y a ſix planetes principales, dont les caractéres & les noms ſont

Noms & caractéres des planetes principales.

☿ *Mercure*,

♀ *Venus*,

♁ *La Terre*,

♂ *Mars*,

♃ *Jupiter*,

♄ *Saturne*;

On a ſuivi dans cette énumération des planetes principales, l'ordre de leurs diſtances au Soleil, en commençant par celles qui en ſont le plus près.

Quelles ſont les planetes qui ont des ſatellites.

Enumération générale des corps céleſtes qui compoſent notre ſyſtême planétaire.

La Terre, Jupiter & Saturne, ſont les ſeules planetes auſquelles nous découvrions des ſatellites : la terre n'en a qu'un qui eſt la Lune, Jupiter en a quatre, & Saturne cinq outre ſon anneau, ce qui compoſe notre ſyſtême planétaire de dix-huit corps céleſtes, en comptant le Soleil, & l'anneau de Saturne.

## III.

Deuxiéme diviſion des planetes en *planetes ſupérieures* & *planetes inférieures*.

Quelles ſont les planetes inférieures & quel eſt leur arrangement.

Les planetes principales ſe diviſent en *planetes ſupérieures* & *planetes inférieures :* on appelle planetes inférieures celles qui ſont plus près du Soleil que la terre ; ces planetes ſont *Mercure* & *Vénus ;* l'orbe (*a*) de Vénus renferme l'orbe de Mercure & le Soleil, & l'orbe de la terre eſt extérieur à ceux de Mercure & de Vénus, & les renferme ainſi que le Soleil.

Comment on a découvert cet arrangement.

On connoît cet arrangement parce que Vénus & Mercure nous paroiſſent quelquefois entre le Soleil & nous, ce qui ne pourroit pas arriver ſi ces deux planetes n'étoient pas plus près du Soleil que la terre ; & l'on voit ſenſiblement que Vénus s'éloigne plus du Soleil que Mercure, & que ſon orbite renferme par conſéquent celle de Mercure.

Quelles ſont

Les planetes ſupérieures ſont celles qui ſont plus éloignées du

(*a*) On appelle *orbe*, ou orbite, la courbe qu'une planete décrit en tournant autour du corps qui lui ſert de centre.

les planetes supérieures, & quel est leur arrangement.

Soleil que la terre, elles sont au nombre de trois, *Mars*, *Jupiter* & *Saturne*.

On connoît que les orbites de ces planetes renferment celle de la terre, parce que la terre se trouve quelquefois entre le Soleil & elles.

Comment on l'a découvert.

L'orbe de Mars renferme celui de la terre, l'orbe de Jupiter celui de Mars, & l'orbe de Saturne celui de Jupiter; ainsi des trois planetes supérieures, Saturne est celle qui est le plus loin de la terre, & Mars en est le plus près.

On connoît cet arrangement, parce que les planetes qui sont le plus près de la terre, nous (*b*) cachent quelquefois celles qui en sont plus éloignées.

## IV.

Les planetes sont des corps opaques.

Comment on s'en est apperçu.

Toutes les planetes sont des corps opaques; on est assuré de l'opacité de Vénus & de Mercure, parce que, lorsque ces planetes passent entre le Soleil & nous, elles paroissent sur cet astre comme de petites taches noires, & qu'elles ont ce qu'on appelle *des phases*, c'est-à-dire, que la quantité de leur illumination dépend de leur position par rapport au Soleil & à nous.

La même raison nous fait juger de l'opacité de Mars, qui a aussi *des phases*, & on juge de l'opacité de Jupiter & de Saturne, parce que leurs satellites ne nous paroissent point éclairés par ces planetes lorsqu'elles sont entre le Soleil & ces satellites, ce qui prouve que l'hémisphère de ces planetes qui n'est pas éclairé du Soleil, est opaque.

## V.

Les planetes sont sphériques.

Comment on l'a découvert.

Enfin on connoît que les planetes sont des corps sphériques, parce que, de quelque maniere qu'elles soient placées par rapport à nous, leur surface nous paroît toujours terminée par une courbe.

On juge que la terre est sphérique, parce que dans les éclipses son ombre paroit toujours terminée pour une courbe; que sur la

(*b*) *Volf*, Elémens d'Astronomie.

mer on voit diſparoître petit à petit un vaiſſeau qui s'éloigne, enſorte qu'on commence par perdre de vûe le corps du vaiſſeau, puis ſes voiles, puis enfin ſes mats; & que de plus, on ne trouve point le bord de la ſuperficie quoique pluſieurs navigateurs en ayent fait le tour, & c'eſt cependant ce qui devroit arriver ſi la terre étoit plane.

## V I.

Tous les corps de notre ſyſtême planétaire paroiſſent être du même genre, ſi on en excepte le Soleil.

Tout ce que nous connoiſſons des planetes principales nous prouve donc que ce ſont des corps ſphériques, opaques & ſolides.

Le Soleil paroît être d'une nature entierement différente des planetes; nous ne ſçavons pas s'il eſt composé de parties ſolides ou fluides, nous ſçavons ſeulement que ſes parties brillent, qu'elles échauffent, & qu'elles brûlent quand elles ſont raſſemblées dans une quantité ſuffiſante; ainſi toutes les vraiſemblances portent à croire que le Soleil eſt un corps de feu à peu près ſemblable au feu d'ici-bas, puiſque ſes rayons produiſent les mêmes effets.

Il eſt vraiſemblable que la ſubſtance du Soleil eſt du feu.

## V I I.

Dans quelle courbe les corps céleſtes tournent autour du Soleil.

Tous les corps céleſtes font leurs révolutions autour du Soleil dans des ellipſes (*c*) plus ou moins alongées dont le Soleil occupe un des foyers; ainſi les planetes, en tournant autour du Soleil, ſont tantôt plus près, & tantôt plus loin de lui; la ligne qui paſſe par le Soleil, & qui ſe termine aux deux points de la plus grande proximité & du plus grand éloignement des planetes au Soleil, s'appelle *la ligne des apſides*, le point de l'orbite le plus éloigné du Soleil s'appelle l'*aphélie* de la planete, & le point qui en eſt le plus près s'appelle *ſon périhélie*.

Ce que c'eſt que *la ligne des apſides*, *l'aphélie* & *le périhélie*.

Les planetes principales emportent avec elles dans leur révolution autour du Soleil, les ſatellites dont elles ſont le centre.

(*c*) Eſpéce de courbe qui eſt la même qu'on appelle dans le langage ordinaire une *ovale*; les foyers ſont les deux points dans leſquels les Jardiniers placent leurs piquets pour tracer cette eſpéce de figure, dont ils ſe ſervent ſouvent.

En quel ſens les planetes tournent autour du Soleil.

Cette révolution des planetes autour du Soleil, ſe fait d'Occident en Orient. (*d*)

Des cométes.

Il paroît de tems en tems des aſtres qui ſe meuvent en tout ſens, & avec une extrême rapidité quand ils ſont aſſez près de nous pour être viſibles, ce ſont les cométes.

Les cométes ſont des planetes.

On n'a pas encore aſſez d'obſervations pour connoître le nombre des cométes, on ſçait ſeulement, & il n'y a pas longtems qu'on n'en doute plus, que ce ſont des planetes qui tournent autour du Soleil comme les autres corps de notre monde planétaire, & qu'elles décrivent des ellipſes ſi alongées, qu'elles ne ſont viſibles pour nous que dans une très-petite partie de leur orbite.

## VIII.

Toutes les planetes & les cométes obſervent les loix de *Kepler*.

Toutes les planetes obſervent, en tournant autour du Soleil, les deux loix de *Kepler*, dont on a parlé dans l'Introduction.

On ſçait que les cométes obſervent la premiere de ces loix, je veux dire, celle qui fait décrire aux corps céleſtes (*e*) des aires égales en tems égaux; & on verra dans la ſuite qu'il eſt vraiſemblable, par les obſervations qu'on a pû faire juſqu'à préſent, que les cométes obſervent auſſi la ſeconde de ces loix, c'eſt-à-dire, celle des tems (*f*) périodiques en raiſon ſeſquiplée des diſtances.

(*d*) On ſuppoſe dans tout ce qu'on dit ici, le ſpectateur placé ſur la terre.

(*e*) Le mot *aire* en général veut dire une ſuperficie, ici il ſignifie l'*eſpace renfermé entre deux lignes tirées du centre à deux points où ſe trouve la planete;* ces aires ſont proportionnelles au tems, c'eſt-à-dire, qu'elles ſont d'autant plus grandes ou plus petites, que les tems dans leſquels elles ſont décrites ſont plus longs ou plus courts.

(*f*) Le tems périodique eſt le tems qu'une planete employe à faire ſa révolution dans ſon orbe.

Il eſt, je crois, plus à propos de donner un éxemple de la raiſon ſeſquiplée qu'une définition, ſuppoſé donc que la diſtance moyenne de Mercure au Soleil ſoit 4, celle de Vénus 9, que le tems périodique de Mercure ſoit de 40 jours, & qu'on cherche le tems périodique de Vénus, on cube les 2 premiers nombres 4 & 9, & on a 64 & 729; on tire enſuite la racine quarrée de ces 2 nombres, & il vient 8 pour celle du premier, & 27 pour celle du ſecond; on fait enſuite cette régle de trois 8 : 27 :: 40 : 135, c'eſt-à-dire, que la racine quarrée du cube de la moyenne diſtance de Mercure au Soleil eſt à la racine quarrée du cube de la moyenne diſtance de Vénus au Soleil, comme le tems périodique de Mercure autour du Soleil eſt au tems périodique cherché de Vénus autour du Soleil qui ſe trouve être 135 dans les ſuppoſitions qu'on a faites, & c'eſt-là ce qui s'appelle *la raiſon ſeſquiplée*.

## IX.

En admettant ces deux loix de *Kepler* que toutes les obſervations ont confirmées, elles fourniſſent des argumens très-forts pour prouver le mouvement de la terre qu'on s'eſt obſtiné ſi long-tems à diſputer; car, en prenant la terre pour le centre des mouvemens céleſtes, ces deux loix ne ſont point obſervées; les planetes ne décrivent point des aires proportionnelles au tems autour de la terre, & les tems des révolutions du Soleil & de la Lune, par exemple, autour de cette planete, ne ſont point comme la racine quarrée du cube de leur moyenne diſtance à la terre; car le tems périodique du Soleil autour de la terre étant environ 13 fois plus grand que celui de la Lune, ſa diſtance à la terre devroit être, ſuivant la régle de *Kepler*, entre 5 & 6 fois plus grande que celle de la Lune; or, on ſçait que cette diſtance eſt environ 400 fois plus grande, donc, ſi l'on admet les loix de *Kepler*, la terre n'eſt pas le centre des révolutions céleſtes.

Preuves du mouvement de la terre.

De plus, la force (*g*) centripete que M. *Newton* a fait voir être la cauſe de la révolution des planetes, rend la courbe qu'elles décrivent autour de leur centre concave (*h*) vers lui, puiſque ſon effet eſt de les retirer de la tangente (*i*); or, l'orbe de Mercure & de Vénus ſont, dans quelqu'unes de leurs parties, convexes à la terre, donc les planetes inférieures ne tournent pas autour de la terre.

Il eſt aiſé de prouver la même choſe des planetes ſupérieures, car ces planetes nous paroiſſent tantôt (*k*) *directes*, tantôt *ſtation-*

(*g*) Le mot *de force centripete* porte ſa définition avec lui, car il ne veut dire autre choſe, que la force qui fait tendre un corps à un centre.

(*h*) Les deux cotés du verre d'une montre peuvent ſervir à faire entendre ces mots *concave* & *convexe*; le côté extérieur à la montre eſt *convexe*, & celui qui eſt du côté du cadran eſt *concave*.

(*i*) La tangente eſt la ligne qui touche une courbe, & qui ne peut jamais la couper.

(*k*) On dit qu'une planete eſt *directe* lorſqu'elle paroît aller ſelon l'ordre des ſignes, c'eſt-à-dire, *d'Aries* à *Taurus*, de *Taurus* à *Gemini*, &c. ce qu'on appelle encore *aller*

*naires* & tantôt *rétrogrades*, toutes inégalités apparentes qui n'auroient pas lieu pour nous, si la terre étoit le centre des révolutions célestes.

Car aucune de ces apparences n'auroit lieu pour un spectateur placé dans le Soleil, puisqu'elles ne sont qu'une suite du mouvement de la terre dans son orbe, combiné avec celui de ces planetes dans le leur.

Voilà pourquoi le Soleil & la Lune sont les seuls corps célestes qui nous paroissent toujours directs; car le Soleil ne parcourant point d'orbe, son mouvement ne peut se combiner avec celui de la terre, & la terre étant le centre des mouvemens de la Lune, elle doit toujours nous paroître directe comme toutes les planetes le paroîtroient à un spectateur placé dans le Soleil.

Objection que l'on faisoit à *Copernik*, tirée de la planete de Vénus.

La planete de Vénus fournissoit une des objections que l'on faisoit à *Copernic* contre son systême: Si Vénus, lui disoit-on, tournoit autour du Soleil, on devroit lui voir des phases comme à la Lune. Aussi, disoit *Copernic*, si vos yeux étoient assez bons pour distinguer ces phases, vous les verriez; & peut-être les Astronomes trouveront-ils moyen quelque jour de les appercevoir.

Sa réponse à cette objection.

Découverte qui a confirmé cette réponse.

*Galilée* est le premier qui ait vérifié cette prédiction de *Copernic*; & chaque découverte qu'on a fait depuis lui sur le cours des astres, l'a confirmé.

## X.

Sous quel angle les plans des planetes se coupent.

Les plans (*l*) des orbites de toutes les planetes se coupent dans des lignes qui passent par le centre du Soleil, ensorte qu'un spectateur placé dans le centre du Soleil se trouveroit dans les plans de tous ces orbes.

*en conséquence*, elle est *stationnaire* lorsqu'elle paroît répondre quelque tems aux mêmes points du Ciel; & enfin elle est *rétrograde* lorsqu'elle paroît aller contre l'ordre des signes, ce qu'on appelle encore *aller en antécédence*, c'est-à-dire, de *Gemini* à *Taurus*, de *Taurus* à *Aries*, &c.

(*l*) Le plan de l'orbite d'une planéte est la surface dans laquelle elle est censée se mouvoir.

La

Ce qu'on appelle les nœuds & la ligne des nœuds d'un orbite.

La ligne dans laquelle le plan de chaque orbite coupe le plan de l'écliptique, c'est-à-dire, le plan dans lequel la terre se meut, s'appelle *la ligne* des nœuds, & les points de cette Section s'appellent *les nœuds* de l'orbite.

Inclinaison de ces plans à l'écliptique.

Tous ces plans sont inclinés au plan de l'écliptique, sous les angles suivans.

Ces propositions sont prises de *Gregori*, Liv. I, Prop. 3.

Le plan de l'orbe de Saturne fait avec le plan de l'écliptique un angle de $2^\circ \frac{1}{2}$, celui de Jupiter est de $1^\circ \frac{1}{3}$, celui de Mars est un peu moindre que $2^\circ$, celui de Vénus est un peu plus grand que $3^\circ \frac{1}{3}$, & celui de Mercure, enfin, est $7^\circ$ environ.

## X I.

Les orbes des planetes principales étant des ellipses dont le Soleil occupe un foyer, tous ces orbes sont excentriques, & le sont plus ou moins selon la distance qui est entre leur centre & le point où le Soleil se trouve placé.

Excentricité des planetes en demi diamétre de la terre.

On a mesuré l'excentricité de toutes ces orbites, & on a trouvé, que l'excentricité

| | |
|---|---|
| de Saturne est de | 54207 parties, |
| celle de Jupiter de | 25058 |
| celle de Mars de | 14115 |
| celle de la Terre de | 4692 |
| celle de Vénus de | 500 |
| & enfin celle de Mercure de | 8149 parties, |

en prenant le demi axe du grand orbe de la terre pour commune mesure, & en le supposant de 100000 parties.

Excentricité des planetes en demi diamétre de leur grand orbe.

En rapportant l'excentricité des planetes au demi diamétre de leur grand orbe, & en supposant ce demi diamétre de 100000 parties, les excentricités sont

| | |
|---|---|
| celle de Saturne de | 5683 parties, |
| celle de Jupiter de | 4822 |
| celle de Mars de | 9263 |
| celle de la Terre de | 5700 |

| | |
|---|---|
| celle de Vénus de | 694 |
| celle de Mercure de | 21000 parties; |

ainsi l'excentricité de Vénus est presqu'insensible.

## XII.

*Proportion du diamétre des différentes planetes.*

Les planetes sont différentes en grosseur ; on n'a le diamétre absolu que de la terre, parce que cette planete est la seule dont on ait pu mesurer la circonférence : mais on connoît le rapport qui est entre les diamétres des autres planetes, & en prenant celui du Soleil pour commune mesure, & le supposant de 1000 parties,

| | |
|---|---|
| celui de Saturne en a | 137 |
| celui de Jupiter | 181 |
| celui de Mars | 6 |
| celui de la Terre | 7 |
| celui de Vénus | 12 |
| enfin celui de Mercure | 4 |

d'où l'on voit que Mercure est la plus petite de toutes les planetes, car on sçait que les volumes des sphéres sont comme les cubes de leurs diamétres.

## XIII.

*Distances des planetes au Soleil.*

Les planetes sont placées à différentes distances du Soleil: En prenant la distance de la terre au Soleil pour commune mesure, & en la supposant de 100000 parties, les six planetes principales se trouvent rangées autour du Soleil dans l'ordre suivant, lorsqu'elles en sont à leur moyenne distance,

| | |
|---|---|
| Mercure en est à | 38710 |
| Vénus à | 72333 |
| La Terre à | 100000 |
| Mars à | 152369 |
| Jupiter à | 520110 |
| Saturne enfin à | 953800. |

Diſtances des planetes à la terre.

On a calculé les diſtances moyennes du Soleil & des planetes à la terre, en demi diamétres de la terre ; voici celles qu'a donné M. *Caſſini*, le Soleil, Mercure & Vénus, en ſont à peu près également éloignés dans leur moyenne diſtance, qui eſt de 22000 demi diamétres de la terre, Mars en eſt à 33500, Jupiter à 115000, & Saturne à 210000.

## XIV.

Tems périodiques des planetes autour du Soleil.

Les tems des révolutions des planetes autour du Soleil ſont d'autant plus courts, qu'elles en ſont plus près ; ainſi Mercure qui en eſt le plus près fait ſa révolution en 87 jours, Vénus qui eſt placée enſuite fait la ſienne en 224, la terre en 365, Mars en 686, Jupiter en 4332, & Saturne enfin qui eſt le plus éloigné du Soleil, employe 10759 jours à tourner autour de lui, tout cela en nombres rons.

## XV.

Rotation des planetes.

Outre leur mouvement de tranſlation autour du Soleil, les planetes ont encore un mouvement autour de leur axe qu'on appelle *leur révolution diurne.*

Moyen employé pour la découvrir.

On ne connoît la révolution diurne que du Soleil & de quatre planetes, qui ſont la Terre, Mars, Jupiter & Vénus ; ce ſont les taches qu'on a remarquées ſur leur diſque, (*m*) & qu'on a vu paroître & diſparoître ſucceſſivement, qui ont fait découvrir cette révolution ; Mars, Jupiter & Vénus ayant des taches ſur leur ſurface, on a appris par le retour des mêmes taches, & par leur diſparition ſucceſſive, que ces planetes tournent ſur elles-mêmes, & en quels tems ſe font les révolutions ; ainſi l'on a obſervé que Mars tourne en 23 $^{h}$ 20′, & Jupiter en 9 $^{h}$ 56′.

Quelles ſont les planetes dont on connoît la rotation.

Tems des rotations des planetes autour de leur axe.

Incertitudes ſur le tems de la rotation de Vénus.

Les Aſtronomes ne ſont pas d'accord ſur le tems de la révolution de Vénus autour de ſon axe, la plus grande partie croit qu'elle y tourne en 23 heures environ ; mais M. *Bianchini* qui a fait une

(*m*) On appelle *diſque* d'une planete la partie de ſa ſurface qui eſt viſible pour nous.

étude toute particuliere des apparences de cette planete, croit sa révolution sur elle-même de 24 jours. Comme il fut obligé de transporter l'instrument avec lequel il observoit pendant l'observation même, à cause d'une maison qui lui cachoit Vénus, & que cette opération dura près d'une heure, on peut croire que pendant ce tems la tache qu'il observoit changea; quoi qu'il en soit, son autorité dans cette matiere mérite qu'on suspende son jugement jusqu'à ce qu'on ait de plus amples observations.

M. *Delahire* a observé avec un télescope de 16 pieds, des montagnes dans Vénus plus hautes que celles de la Lune.

On ne peut s'assurer par l'observation de la rotation de Mercure ni de celle de Saturne, & pourquoi.

Mercure est trop plongé dans les rayons du Soleil pour que l'on puisse s'assurer par l'observation s'il tourne sur lui-même; il en est de même de Saturne à cause de son grand éloignement.

M. *Cassini* a observé en 1715. avec un télescope de 118 p. trois bandes dans Saturne semblables à celles qu'on remarque dans Jupiter, mais apparemment qu'on n'a pu suivre cette observation avec assez d'éxactitude, pour en conclure la rotation de Saturne autour de son axe.

Mais l'analogie porte à croire que ces planetes tournent aussi sur leur axe.

Mercure & Saturne étant assujettis aux même loix qui dirigent le cours des autres corps célestes, & ces planetes, par-tout ce que nous en pouvons connoître, nous paroissant des corps de même genre qu'eux, l'analogie nous porte à conclure que ces deux planetes tournent sur leur centre comme les autres, & que peut-être un jour on parviendra à connoître cette révolution, & en combien de tems elle s'éxécute.

## XVI.

Comment on a découvert la révolution du Soleil sur son axe.

Il paroît de tems en tems des taches sur le Soleil qui ont appris que cet astre tourne aussi sur lui-même.

Des taches du Soleil.

Il a fallu bien des observations après la découverte de ces taches, avant qu'on en ait pû observer d'assez durables pour en pouvoir conclure le tems de la révolution du Soleil sur son axe.

*Keill* rapporte dans ſa cinquiéme Leçon d'Aſtronomie, qu'on en a obſervé qui employoient 13 jours $\frac{1}{2}$ à aller du limbe occidental du Soleil à ſon limbe oriental, & qu'au bout de 13 autres jours $\frac{1}{2}$ elles reparoiſſoient de nouveau à ſon bord occidental; d'où il conclut, que le Soleil tourne ſur lui-même en 27 jours environ d'Occident en Orient, c'eſt-à-dire, dans le même ſens que les planetes.

Par le moyen des mêmes taches, on a trouvé que l'axe de rotation du Soleil fait, avec le plan de l'écliptique, un angle d'environ 7 dégrés.

Le Pere *Jaquier* a fait dans ſon Commentaire une réflexion ſur ces taches, qui mérite d'être rapportée. Voyant qu'aucune obſervation ne prouve l'égalité du tems de l'occultation, & qu'au contraire, par toutes les obſervations qu'il a parcourues, ces tems paroiſſent inégaux, & que le tems de l'occultation pendant lequel elles ſont cachées, a toujours été plus long que celui pendant lequel elles ſont viſibles, il en a conclu (ainſi que M. *Volf*, art. 413 de ſon Aſtron.) que ces taches ne ſont pas inhérentes au Soleil, mais qu'elles en ſont à quelque intervalle.

Jean *Fabrice* (*n*) fut le premier qui découvrit ces taches (en Allemagne l'an 1611.) & qui en conclut la révolution diurne du Soleil; enſuite le Jéſuite (*o*) *Scheiner* les obſerva, & donna auſſi ſes obſervations, & *Galilée* vers le même tems fit la même découverte en Italie.

Du tems de *Scheiner* on voyoit plus de 50 taches ſur la ſurface du Soleil, d'où l'on peut aſſigner la cauſe d'un phénomene rapporté par quelques Hiſtoriens, que le Soleil avoit paru très-pale quelquefois pendant un an entier; car il ne faut que des taches aſſez grandes, & qui ſubſiſtent aſſez longtems, pour cauſer ce phénomene.

On ne doute plus à préſent que la terre ne tourne ſur elle-

(*n*) *Volf Elementa Aſtron.* Cap. 1

(*o*) Ce Jéſuite ayant été dire à ſon Supérieur qu'il avoit découvert des taches dans le Soleil, celui-ci lui répondit gravement *cela eſt impoſſible, j'ai lû deux ou trois fois Ariſtote, & je n'y ai rien trouvé de ſemblable.*

même en 23 h 56', ce qui compose notre jour astronomique, & cause l'alternative de jours & de nuits dont tous les climats de la terre jouissent.

## XVII.

L'effet du mouvement rotatoire des planetes est d'élever leur équateur.

Ce mouvement des corps célestes autour de leur centre altére leur forme, car on sçait que le mouvement circulaire fait acquérir aux corps qui tournent une force, qui est d'autant plus grande, le tems de leur révolution restant le même, que le cercle qu'ils décrivent est plus grand, & on appelle cette force, *force centrifuge*, c'est-à-dire, *qui éloigne du centre*; donc les parties des planetes acquiérent par la rotation une force centrifuge d'autant plus grande, qu'elles sont plus près de l'équateur de ces planetes, puisque l'équateur est le grand cercle de la sphére, & d'autant moindre, qu'elles sont plus près des pôles; (*p*) supposant donc que les corps célestes ayent été sphériques dans l'état de repos, leur rotation autour de leur axe a dû élever les régions de l'équateur, & abaisser celles des pôles, & changer par conséquent la forme sphérique en celle d'un sphéroïde aplati vers les pôles.

De la force centrifuge.

Quelles sont les planetes dans lesquelles on s'apperçoit de l'élévation de l'équateur.

Ainsi la théorie nous fait voir que toutes les planetes doivent être aplaties vers leurs pôles par leur rotation, mais cet aplatissement n'est sensible que dans Jupiter & dans notre globe. L'on verra dans la suite qu'on peut déterminer la quantité de cet aplatissement dans le Soleil par la théorie, mais qu'elle est trop peu considérable pour être sensible à l'observation.

Les mesures prises au cercle polaire, en France & à l'équateur, ont donné la proportion des axes (*q*) de la terre environ de 173 à 174.

(*p*) On appelle *pôles* les points autour desquels le corps révoluant tourne, & *équateur* le cercle paralléle à ces points, & qui partage la sphére révoluante en deux parties égales.

(*q*) On appelle *axe* ou *diamétre* en général toute ligne qui passe par le centre & se termine à la circonférence : dans le cas dont il s'agit, les axes sont deux lignes qui passent par le centre, & dont l'une se termine aux pôles & l'autre à l'équateur.

Les téleſcopes nous font appercevoir l'aplatiſſement de Jupiter, & cet aplatiſſement eſt beaucoup plus conſidérable que celui de la terre, parce que cette planete eſt beaucoup plus groſſe, & qu'elle tourne beaucoup plus rapidement ſur elle-même que la terre; on juge que le rapport des axes de Jupiter eſt celui de 13 à 14.

## XVIII.

Les taches de Vénus, de Mars & de Jupiter étant variables & changeant ſouvent de forme, il eſt très-vraiſemblable que ces planetes ſont entourées comme la nôtre d'un atmoſphére, dont les altérations produiſent ces apparences.

Les obſervations font voir que la Terre, Mars, Jupiter, Vénus & le Soleil ont des atmoſpheres.

A l'égard du Soleil comme ſes taches ne ſont pas inhérentes à ſon diſque, & qu'elles paroiſſent & diſparoiſſent très-ſouvent, on ne peut douter qu'il n'ait un atmoſphére qui l'entoure immédiatement, & dans lequel ces taches ſe forment & ſe diſſipent tour à tour.

## XIX.

Tout ce qu'on vient d'expoſer étoit connu avant M. *Newton*, mais on ne croyoit pas avant lui qu'il fût poſſible de connoître la maſſe des planetes, leur denſité, & ce que peſeroit le même corps s'il étoit tranſporté ſucceſſivement à la ſurface des différentes planetes: on verra dans le Chapitre ſuivant, comment M. *Newton* eſt parvenu à ces étranges découvertes; il ſuffit de dire ici, qu'il a trouvé que les maſſes du Soleil, de Jupiter, de Saturne & de la Terre, c'eſt-à-dire les quantités de matiere qu'ils contiennent, ſont reſpectivement comme 1. $\frac{1}{1067}$, $\frac{1}{3021}$ & $\frac{1}{169282}$ en ſuppoſant (*r*) la parallaxe du Soleil de 10″ 3‴; que leurs denſités ſont entr'elles comme 100, 94, 67 & 400; & que les poids du même corps tranſporté ſucceſſivement ſur la ſurface du Soleil, de Jupiter, de

Maſſe du Soleil, de Jupiter, de Saturne & de la Terre.

Leurs denſités.

Poids du même corps à leur ſurface.

(*r*) *La parallaxe* du Soleil eſt l'angle ſous lequel le rayon de la terre eſt vû du Soleil, ainſi la parallaxe d'un aſtre quelconque par rapport à la terre, eſt l'angle ſous lequel le rayon de la terre ſeroit vû de cet aſtre.

Saturne & de la Terre, seroient de 10000, 943, 529 & 435, respectivement.

M. *Newton* a supposé, pour déterminer ces proportions, les demi diamétres du Soleil, de Jupiter, de Saturne & de la Terre, comme 10000, 997, 791 & 109, respectivement.

Pourquoi ces proportions ne peuvent être connues dans les autres planetes.

On verra dans le Chapitre suivant, pourquoi l'on ne peut connoître la densité ni la quantité de matiere de Mercure, de Vénus & de Mars, ni ce que pesent les corps sur ces trois planetes.

## X X.

Proportions des grosseurs & des masses des planetes & du Soleil.

Il suit de toutes ces proportions que Saturne est environ 500 fois plus petit que le Soleil, & qu'il contient 3000 fois moins de matiere que lui; que Jupiter est 1000 fois plus petit que le Soleil, & qu'il contient 1033 fois moins de matiere que lui; que la Terre n'est qu'un point par rapport au Soleil, puisqu'elle est 1000000 fois plus petite que lui; & qu'enfin le Soleil est plus de 116 fois plus gros que toutes les planetes prises ensemble.

## X X I.

Proportions des grosseurs & des masses des planetes & de la terre, & des autres planetes entr'elles.

En comparant les planetes entr'elles, on trouve qu'il n'y a que Mercure & Mars qui soient plus petites que la Terre; que Jupiter est non-seulement la plus grosse de toutes les planetes, mais qu'elle est plus grosse que toutes les autres planetes prises ensemble, & que cette planete est plus de deux mille fois plus grosse que la Terre.

## X X I I.

De la précession des équinoxes.

La Terre, outre son mouvement annuel & son mouvement diurne, a encore un autre mouvement par lequel son axe dérange son (*f*) parallélisme, & répond au bout d'un certain tems à différens points du ciel; ce mouvement cause ce qu'on appelle *La précession des équinoxes*, c'est-à-dire, la rétrogradation des points

(*f*) On appelle *parallele* une ligne qui conserve toujours la même position par rapport à quelque point supposé fixe.

équinoctiaux,

équinoctiaux, ou des points dans lesquels l'équateur de la Terre coupe l'écliptique; le mouvement des points équinoctiaux se fait contre l'ordre des signes, & il est si lent, qu'il ne s'acheve qu'en 25920 années, il est d'un dégré en 72 ans, & de 50″ en une année environ.

En quel sens elle se fait, & en quel tems elle s'accomplit.

Sa quantité annuelle.

M. *Newton* a trouvé, comme on le verra dans la suite, la cause de ce mouvement dans l'attraction du Soleil & de la Lune, sur la protubérance de la Terre à l'équateur.

La précession des équinoxes fait que les Astronomes distinguent *l'année tropique de l'année sydéralle*; ils appellent année tropique l'intervale de tems qui s'écoule entre les deux mêmes équinoxes dans deux révolutions annuelles de la Terre, & cette année est un peu plus courte que l'année sydéralle, qui est composée du tems que la terre employe à revenir d'un point quelconque de son orbite à ce même point.

Année *tropique* & année *sydéralle*.

## XXIII.

Il reste à parler des planetes secondaires qui sont au nombre de 10, sans compter l'anneau de Saturne; ces 10 planetes sont les 5 Lunes de Saturne, les 4 de Jupiter, & celle qui accompagne la Terre.

Des planetes secondaires.

Les observations ont fait voir que les planetes secondaires observent les régles de *Kepler*, en tournant autour de leur planete principale.

Elles observent les régles de *Kepler*.

Il n'y a pas longtems qu'on a découvert les satellites de Jupiter & de Saturne, & cette découverte étoit impossible avant les télescopes; (*t*) *Galilée* découvrit les 4 satellites de Jupiter, qu'il appella *les astres de Médicis*, & qui sont d'une grande utilité dans la Géographie & l'Astronomie.

Découverte des satellites de Jupiter.

M. *Hughens* fut le premier qui découvrit un satellite à Saturne,

Et de ceux de Saturne.

(*t*) M. *Volf* dans son Astronomie, Chap. II. prétend que Simon *Marius*, Mathématicien Brandbourgeois, découvrit en Allemagne trois satellites de Jupiter, la même année que *Galilée* les découvrit en Italie.

& il a retenu ſon nom, c'eſt le 4$^e$. M. *Caſſini* le pere découvrit les quatre autres.

## XXIV.

Diſtances des Lunes de Jupiter à cette planete, & leurs tems périodiques autour de Jupiter.

En prenant le demi diamétre de Jupiter pour commune meſure, ſes 4 ſatellites ſe trouvent placés aux diſtances ſuivantes, en commençant par celui qui en eſt le plus près.

Le premier en eſt à 5, le ſecond à 9, le troiſiéme à 14, & le quatriéme enfin à 25 en nombre rond, ſelon les obſervations de M. *Caſſini* ſur les éclipſes de ces ſatellites.

Leurs tems périodiques autour de Jupiter ſont d'autant plus longs, qu'ils ſont plus éloignés de cette planete, le premier tourne en 42$^h$, le ſecond en 85, le troiſiéme en 171, & le quatriéme en 400, en négligeant les minutes.

On ne connoît ni la révolution diurne, ni le diamétre, ni la groſſeur, ni la maſſe, ni la denſité, ni la quantité de la force attractive de ces ſatellites, & juſqu'à préſent les meilleurs téleſcopes les ont fait voir ſi petits, qu'on ne peut gueres eſpérer de parvenir à ces découvertes. Il en eſt de même des cinq Lunes qui tournent autour de Saturne.

## XXV.

En prenant le demi diamétre de l'anneau de Saturne pour commune meſure, les diſtances des ſatellites de Saturne à cette planete, ſont dans les proportions ſuivantes en commençant par le plus intérieur.

Diſtances des ſatellites de Saturne à Saturne, & leurs tems périodiques autour de cette planete.

Le premier en eſt à 1, le ſecond à 2, le troiſiéme à 3, le quatriéme à 8, & le cinquiéme à 24 en nombre rond, & leurs tems périodiques ſont, ſelon M. *Caſſini*, de 45$^h$, 65$^h$, 109$^h$, 382$^h$, & 1903$^h$, reſpectivement.

Les ſatellites de Saturne font tous leur révolution dans le plan de l'équateur de cette planete, il n'y a que le cinquiéme qui s'en éloigne de 15 ou 16 dégrés.

Plusieurs Astronomes, & entr'autres M. *Hughens*, ont soupçonné qu'on découvriroit peut-être quelque jour, si on peut perfectionner les télescopes, un sixiéme satellite de Saturne entre le quatriéme & le cinquiéme, la distance qui est entre ces deux satellites étant trop grande proportionnellement à celle qui sépare les autres; mais il se trouveroit alors cette autre difficulté, que ce satellite, qui seroit le cinquiéme, seroit cependant beaucoup plus petit que les quatre qui lui seroient intérieurs, puisqu'il faudroit de meilleurs télescopes pour l'appercevoir.

Conjecture de M. *Hughens* sur un sixiéme satellite de Saturne.

Les orbes des satellites de Jupiter & de Saturne, sont presque concentriques à ces planetes.

M. *Maraldi* a observé des taches sur les satellites de Jupiter; mais on n'a pu tirer encore aucune conséquence de cette observation, qui pourroit, si elle étoit suivie, nous apprendre beaucoup de choses sur les mouvemens des satellites.

Observation de M. *Maraldi* sur les satellites de Jupiter.

## XXVI.

Saturne, outre ses cinq Lunes, est encore entourré d'un anneau; cet anneau n'adhere au corps de Saturne dans aucune de ses parties, car on voit les étoiles fixes à travers l'espace qui le sépare du corps de cette planete; le diamétre de cet anneau est au diamétre de Saturne environ comme 9 à 4, selon M. *Hughens*, ainsi il est plus que double du diamétre de Saturne; la distance du corps de Saturne à son anneau est d'environ la moitié de ce diamétre, ensorte que la largeur de l'anneau est à peu près égale à la distance qui est entre son limbe intérieur & le globe de Saturne; son épaisseur est très-petite, car lorsqu'il nous présente le tranchant, il n'est pas visible pour nous, & il ne paroît alors que comme une raie noire qui traverse le globe de Saturne; ainsi cet anneau a des phases selon la position de Saturne dans son orbe, ce qui prouve que c'est un corps opaque, & qui ne brille, comme les autres corps de notre systême planétaire, qu'en nous réfléchissant la lumiere du Soleil.

De l'anneau de Saturne.

Il n'adhere point au corps de cette planete.

Sa distance au corps de la planete.

Son diamétre.

Sa largeur.

Son épaisseur.

C'est un corps opaque, & qui a des phases.

On ne peut découvrir si l'anneau de Saturne tourne sur lui-même,

car il ne paroît aucun changement dans ſon aſpect d'où l'on puiſſe conclure cette rotation.

Le plan de cet anneau fait toujours, avec le plan de l'écliptique, un angle de $23° \frac{1}{2}$, ainſi ſon axe reſte toujours paralléle à lui-même dans ſa tranſlation autour du Soleil.

De la découverte de cet anneau.

Ce qu'on en penſoit avant M. *Hughens*.

C'eſt à M. *Hughens* qu'on doit la découverte de l'anneau de Saturne, qui eſt un phénomene unique dans le ciel ; avant lui les Aſtronomes avoient obſervé des phaſes dans Saturne, car ils confondoient cette planete avec ſon anneau ; mais ces phaſes étoient ſi différentes de celle des autres planetes, qu'on ne pouvoit les expliquer : on peut voir dans *Henelius* les noms qu'il donne à ces apparences de Saturne, & combien (*u*) il étoit loin d'en ſoupçonner la vérité.

M. *Hughens*, en comparant les différentes apparences de Saturne, a trouvé qu'elles étoient cauſées par un anneau dont il eſt entouré, & cette ſuppoſition répond ſi bien à tout ce que les téleſcopes y découvrent, qu'aucun Aſtronome ne doute à préſent de l'éxiſtence de cet anneau.

Idée de *Gregori* ſur cet anneau.

*Gregori*, en parlant de l'idée de M. *Hallei* que le globe terreſtre pourroit bien n'être qu'un aſſemblage de croutes concentriques à un noyau intérieur, a conjecturé que l'anneau de Saturne étoit formé de pluſieurs croutes concentriques qui ſe ſont détachées du corps de la planete, dont le diamétre étoit auparavant égal à la ſomme de ſon diamétre actuel, & de la largeur de l'anneau.

On conjecture encore que l'anneau de Saturne n'eſt peut-être qu'un aſſemblage de Lunes que la grande diſtance nous fait voir comme contigues, mais tout cela n'eſt fondé ſur aucune obſervation.

Les Satellites de Jupiter & de Saturne ſont des corps ſphériques.

Comment on s'en eſt aſſuré.

On ſçait par les ombres des ſatellites de Jupiter & de Saturne ſur leurs planetes principales, que ces ſatellites ſont des corps ſphériques.

(*u*) *Henelius in opuſculo de Saturni nativa facie* diſtingue les différens aſpects de Saturne par les noms de *monaſphericum*, *triſphericum*, *ſpherico-anſatum*, *ellipti-coanſatum*, *ſpheri-cocuſpidatum*, & il ſubdiviſe encore ces phaſes en d'autres.

## XXVII.

Notre terre n'a qu'un ſatellite qui eſt la Lune, mais ſa proximité fait qu'on a pouſſé bien plus loin les découvertes ſur ce ſatellite que ſur les autres.

De la Lune.

La Lune fait ſa révolution autour de la terre dans une ellipſe dont la terre occupe un des foyers ; cette ellipſe change ſans ceſſe de poſition & d'eſpéce, & on verra dans les Chapitres ſuivans, que le Soleil eſt la cauſe de ces variations.

Quelle eſt la courbe qu'elle décrit autour de la terre.

La Lune ſuit la premiere des deux régles de *Kepler* en tournant autour de la terre, & elle ne s'en dérange que par l'action du Soleil ſur elle ; elle fait ſa révolution autour de la terre, d'Occident en Orient, en 27 jours 7 h 43 ′, & c'eſt ce qu'on appelle *ſon mois périodique*.

Son mois périodique.

Le diſque de la Lune que nous voyons eſt tantôt entierement éclairé du Soleil, & tantôt il ne l'eſt qu'en partie : ſa partie éclairée nous paroît plus ou moins grande ſelon ſa poſition par rapport au Soleil & à la terre, & c'eſt ce qu'on appelle *ſes phaſes ;* elle ſubit toutes ſes phaſes dans l'eſpace d'une révolution qu'on appelle *ſynodique*, & qui eſt compoſée du tems qu'elle employe à aller de ſa conjonction avec le Soleil à ſa prochaine conjonction, ce mois ſynodique de la Lune eſt de 29 jours $\frac{1}{2}$ environ.

Ses phaſes.

Son mois ſynodique.

Les phaſes de la Lune prouvent qu'elle eſt un corps opaque, & qu'elle ne brille qu'en nous réfléchiſſant la lumiere du Soleil.

La Lune eſt un corps opaque & ſphérique.

On connoît que la Lune eſt un corps ſphérique, parce qu'elle nous paroît toujours terminée par une courbe.

Comment on l'a découvert.

Notre terre éclaire la Lune pendant ſes nuits de même que la Lune nous éclaire pendant les nôtres, & c'eſt par la lumiere réfléchie de la terre, qu'on voit la Lune lorſqu'elle n'eſt pas éclairée par la lumiere du Soleil.

La terre éclaire la Lune pendant ſes nuits.

Comme la ſurface de la terre eſt environ 14 fois plus grande que celle de la Lune, la terre vûe de la Lune doit paroître 14 fois plus brillante, & envoyer 14 fois plus de rayons à la Lune, que

Proportion de cette illumination.

la Lune ne nous en envoye, en ſuppoſant cependant que ces deux planetes ſoient également propres à réfléchir la lumiere.

Inclinaiſon du plan de l'orbite de la Lune.

Le plan de l'orbite de la Lune eſt incliné au plan de l'écliptique ſous un angle de 5°. environ.

Le grand axe de l'ellipſe, que la Lune décrit en tournant autour de la terre, eſt ce qu'on appelle *la ligne des apſides* (x) *de la Lune.*

La Lune accompagne la terre dans ſa révolution annuelle autour du Soleil.

Ce que c'eſt que le *périgée* & l'*apogée*.

La ligne *des apſides* de la Lune eſt mobile.

Si l'orbite de la Lune n'avoit d'autre mouvement que celui de ſa tranſlation autour du Soleil avec la terre, l'axe de cet orbite demeureroit toujours paralléle à lui-même, & la Lune, étant dans ſon *apogée* & dans ſon *périgée*, ſeroit toujours aux mêmes diſtances de la terre, & répondroit toujours aux mêmes points du ciel; mais la ligne des apſides de la Lune ſe meut d'un mouvement angulaire autour de la terre ſelon l'ordre des ſignes, & l'apogée & le périgée de la Lune ne reviennent aux mêmes points qu'au bout d'environ 9 ans, qui eſt le tems de la révolution de la ligne des apſides de la Lune.

Tems de la révolution de cette ligne.

Révolution des nœuds de la Lune.

L'orbite de la Lune coupe l'orbite de la terre en deux points, qu'on appelle *ſes nœuds*; ces points ne ſont pas toujours les mêmes, mais ils changent perpétuellement par un mouvement rétrogreſſif, c'eſt-à-dire, contre l'ordre des ſignes, & ce mouvement eſt tel, que dans l'eſpace de 19 ans les nœuds ont fait une révolution entiere, après laquelle ils reviennent couper l'orbe de la terre ou l'écliptique aux mêmes points.

Tems de cette révolution.

Excentricité de la Lune.

L'excentricité de l'orbe de la Lune change auſſi continuellement; cette excentricité eſt tantôt plus grande & tantôt moindre, enſorte que la différence entre la plus petite & la plus grande excentricité, ſurpaſſe la moitié de la plus petite.

(x) On appelle *ligne des apſides* pour la Lune, la ligne qui paſſe par l'*apogée* & par le *périgée*; l'*apogée* eſt le point de l'orbite le plus loin de la terre, & le *périgée* eſt le point de cet orbite qui eſt le moins éloigné. On nomme en général apſides, pour toutes les orbites, les points les plus éloignés & les plus proches du point central.

On verra dans les Chapitres ſuivans comment M. *Newton* a trouvé la cauſe de toutes ces inégalités de la Lune.

Le ſeul mouvement de la Lune qui ſoit égal, eſt ſon mouvement de rotation autour de ſon axe ; ce mouvement s'éxécute préciſément dans le même tems que ſa révolution autour de la terre, ainſi ſon jour eſt de 27 de nos jours, $7^{h}$ $43'$. Son mouvement autour de ſon axe.

Cette égalité du jour & du mois périodique de la Lune, fait qu'elle nous préſente toujours le même diſque à peu près. En quel tems il s'éxécute.

L'égalité du mouvement de la Lune autour de ſon axe, combinée avec l'inégalité de ſon mouvement autour de la terre, fait que la Lune nous paroît oſçiller ſur ſon axe, tantôt vers l'Orient, & tantôt vers l'Occident, & c'eſt ce qu'on appelle *ſa libration ;* par ce mouvement elle nous préſente quelquefois des parties qui étoient cachées, & nous en cache qui étoient viſibles. Libration de la Lune.

Cette libration vient du mouvement elliptique de la Lune, car ſi cette planete ſe mouvoit dans un cercle dont la terre occupât le centre, & qu'elle tournât ſur ſon axe dans le tems de ſon mouvement périodique autour de la terre, elle préſenteroit toujours éxactement à la terre la même face ſans aucune variation. Sa cauſe.

On ne connoît point la forme de la partie de la ſurface de la Lune qui eſt de l'autre côté de ſon diſque par rapport à nous, & il y a même des Aſtronomes qui veulent expliquer ſa libration en donnant une forme conique à cette partie de ſa ſurface que nous ne voyons point, & qui nient ſa rotation ſur elle-même.

La ſurface de la Lune eſt pleine d'éminences & de cavités, c'eſt ce qui fait qu'elle réfléchit de toutes parts la lumiere du Soleil, car ſi elle étoit unie comme un de nos miroirs, elle ne nous réfléchiroit que l'image du Soleil.

La Lune eſt éloignée de la terre dans ſa moyenne diſtance de $60\frac{1}{2}$ demi diamétres de la terre, environ. Diſtance de la Lune à la terre.

Le diamétre de la Lune eſt au diamétre de la terre comme 100 à 365, ſa maſſe eſt à la maſſe de la terre comme 1 à 39, 788, & ſa denſité eſt à la denſité de la terre comme 11 à 9. Son diamétre. Sa maſſe. Sa denſité.

Ce que les corps pesent sur la Lune.

Enfin le même corps qui pese trois livres à la surface de la terre, péseroit environ une livre à la surface de la Lune.

On connoît toutes ces proportions dans la Lune, & non dans les autres satellites, parce que cette planete offre un élément qui lui est particulier; c'est son action sur les eaux de la mer que M. *Newton* a sçu mesurer & employer à la détermination de sa masse. Nous rendrons compte dans un des Chapitres suivans, de la méthode qu'il a suivie pour y parvenir.

# CHAPITRE SECOND.

## *Comment la théorie de M. Newton explique les Phénomenes des planetes principales.*

### I.

Le premier Phénomene qu'il faut expliquer quand on veut rendre compte des mouvemens célestes, c'est celui de la circulation perpétuelle des planetes autour du centre de leur révolution.

Par la premiere loi du mouvement, tout corps suit de lui-même la ligne droite dans laquelle il a commencé à se mouvoir, donc afin qu'une planete soit détournée de la petite ligne droite qu'elle tend à décrire à chaque instant, il faut qu'une force différente de celle qui la porte à décrire cette petite ligne agisse sans cesse sur elle pour l'en détourner, de même que la corde que tient la main de celui qui fait tourner un corps en rond empêche à chaque moment ce corps de s'échapper par la tangente du cercle qu'on lui fait décrire.

Comment les anciens Philosophes & *Descartes* en dernier lieu expliquoient

Les Anciens, pour expliquer ce Phénomene, avoient imaginé des cieux solides, & *Descartes* des tourbillons; mais l'une & l'autre de ces explications étoient de pures hypothèses dénuées de preuves,

&